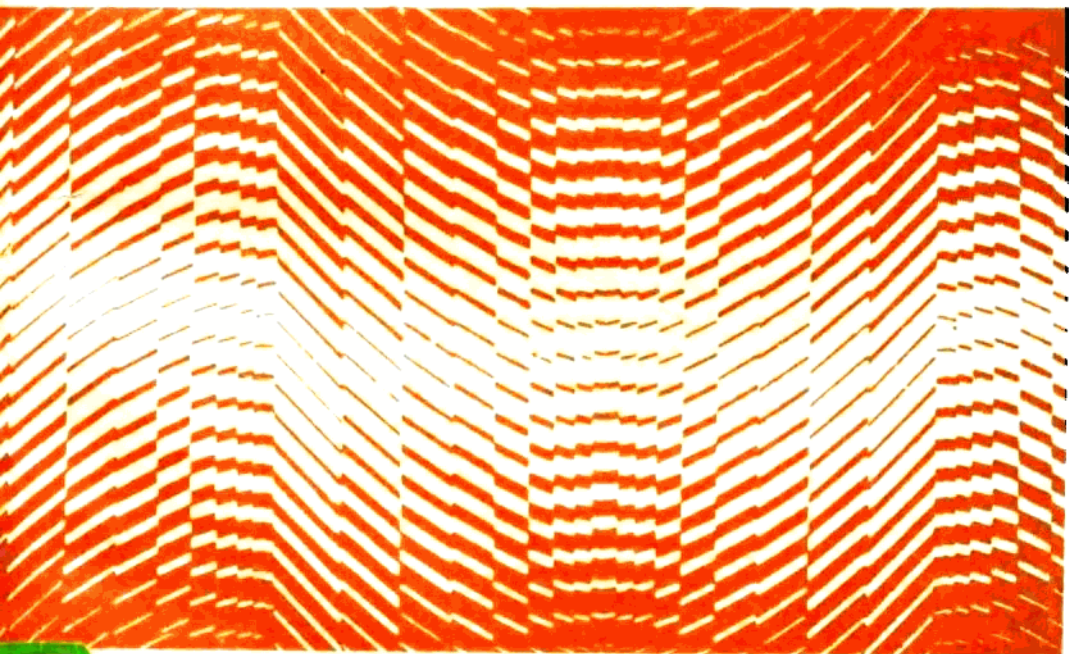


应用工业工程

贾大龙 沈丽华 编著
韩玉启 邵一明



兵器工业出版社

前 言

工业工程(Industrial Engineering,简称 IE)作为与工业化生产一起发展的传统学科,在发达国家的研究、应用已十分广泛。它已被公认为当代企业提高效益的有力“武器”,是企业杜绝浪费、降低成本、提高生产效率的有效手段,是各国实现现代化大生产的必由之路。然而在我国正式地被推广应用还是近几年的事。事实证明,IE 一经与企业的实际相结合,就会产生明显的效益,它十分有利于引导企业走内涵式扩大再生产的道路。在当前发展社会主义市场经济的新形势下,工业工程对提高企业的素质及其在国内外市场中的竞争力无疑将起着重要作用。

为适应我国 IE 人才培养之急需,特结合我国的实际情况,并参考国外先进经验编写此书。因 IE 是一门综合的交叉性很强的学科,内容丰富,远非一本小书所能容纳。所以本书从实际应用出发,较为全面、系统地介绍了工业工程的基本思想,理论和方法,并侧重讲述了对我国工业企业十分有用的“工作研究”、“时间测定”、“物流设计与优化”、“装配生产线平衡”、“生产计划与控制”、“质量保证与可靠性工程”等实用技术和方法。同时还深入浅出地介绍了现代工业工程的几个重要领域:制造资源计划系统(MRP I)、准时制(JIT)以及计算机集成制造系统(CIMS)及有关知识。

本书的取材除参考国内外已出版的有关论著、资料外,在装配线平衡、质量保证及可靠性工程、CIMS 等章节还加入了我们的最新研究成果,从而保证了本书的先进性和适用性,并具有一定特色。

全书由贾大龙副教授主编。其中第一、二、五章由贾大龙副教授编写;第三、四章由沈丽华副教授编写;第六、七章由邵一明讲师编写;第八、九、十章由韩玉启副教授编写。本书由南京理工大学邓子琼教授主审。在本书编写出版过程中得到了南京理工大学经济管理学院院长章渭基教授、副院长秦士嘉副教授以及教材科曹守福高工的大力支持,特此致谢。

因时间仓促,水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,还请读者批评指正。

编著者

一九九三年四月

目 录

第一章 工业工程概述.....	1
§ 1-1 IE 的定义和基本特征	1
§ 1-2 IE 的起源与发展	2
§ 1-3 IE 的基本职能和活动内容	7
§ 1-4 IE 的组织及 IE 人员的知识结构	11
§ 1-5 我国研究应用 IE 势在必行	16
参考文献	18
第二章 企业生产率综述	19
§ 2-1 什么是生产率	19
§ 2-2 企业生产率分类	21
§ 2-3 产品或作业的总时间分析	22
§ 2-4 提高企业生产率的途径	26
参考文献	28
第三章 方法研究	29
§ 3-1 方法研究概述	29
§ 3-2 方法研究基本程序的展开	30
§ 3-3 物料的流动与搬运	38
§ 3-4 定义、设置与维护	52
第四章 工作衡量	56
§ 4-1 工作衡量概述	56
§ 4-2 时间研究的基本工具	57
§ 4-3 时间研究的程序展开	64
§ 4-4 时间研究:测速	66
§ 4-5 时间研究:从研究到标准时间	69
参考文献	75
第五章 装配生产线平衡技术及有关问题	76
§ 5-1 基本概念及单一型装配线的平衡	77
§ 5-2 有约束单一型装配线的平衡	92

§ 5-3 混合型装配线的平衡及若干问题	100
§ 5-4 混合装配线上不同制品之间的相似度	110
§ 5-5 未来工厂中的装配生产线	117
参考文献	118
第六章 生产能力和生产控制技术	119
§ 6-1 企业生产能力的计算与平衡	119
§ 6-2 企业生产任务的分配	126
§ 6-3 准时生产制和看板管理	134
§ 6-4 生产调度	137
参考文献	138
第七章 工程经济	139
§ 7-1 设备更新的技术经济分析	139
§ 7-2 新产品开发的技术经济分析	144
§ 7-3 工艺方案的技术经济分析	150
参考文献	154
第八章 质量保证	155
§ 8-1 引言	155
§ 8-2 质量、质量管理和质量保证的概念	157
§ 8-3 CIMS 环境下的集成质量系统	166
§ 8-4 常用的质量管理方法	174
§ 8-5 国际质量体系认证	180
参考文献	183
第九章 可靠性工程	184
§ 9-1 开展可靠性工作的意义	184
§ 9-2 什么是产品的可靠性	188
§ 9-3 可靠性指标	192
§ 9-4 指数型寿命分布	201
§ 9-5 系统可靠性分析技术	205
§ 9-6 可靠性管理	209
参考文献	212
第十章 计算机集成制造技术及系统	213
§ 10-1 引言	213
§ 10-2 CIMS 的概念和构成	214

§ 10-3 管理与决策信息系统.....	216
§ 10-4 CAD/CAPP/CAM	218
§ 10-5 FME	219
§ 10-6 CIMS 的支撑环境	220
参考文献.....	223

• • •

第一章 工业工程概述

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 作为一个传统学科发展至今已有近百年历史, 而近年来发展尤为迅速。特别在一些工业发达国家它已成为现代工程界的支柱学科之一, 也是现代工业发展的条件与趋势。工业工程的研究与应用程度已被公认为是经济和生产水平发展水平的重要判别标准之一。那么究竟什么是工业工程? 它为何长期以来一直广受人们的重视, 近年来发展又为何如此迅速? 变得如此重要? IE 研究的内容是什么? 对我国的经济发展有何影响? 这就是本章所要介绍和讨论的内容。这里包括: IE 的定义和基本特征; IE 的起源与发展; IE 的基本职能和活动内容; IE 的组织结构和 IE 人员的知识结构; 最后还讨论了在我国研究推广应用 IE 的重要意义和前景。

§ 1-1 IE 的定义和基本特征

工业工程 (IE) 是世界上发展多年的技术与管理有机结合的一门工程技术, 在工业发达国家它是一门通过综合治理旨在提高企业生产率、产品质量和经济效益的行之有效的管理工程技术。近年来, 随着科学技术的发展、社会的需求、工业工程大量引进系统科学思想和系统工程的理论与方法, 兼收并蓄计算机技术、人工智能、生物力学、经济学、心理学、行为科学等现代科学的最新成果, 并将之融为一门崭新的学科领域——现代工业工程。

那么究竟什么是 IE? 到目前为止还没有一个确定的严格的定义。

根据《美国大百科全书》所给的定义: 工业工程是对一个组织中的人、物料和设备的使用及其费用作详细分析研究的学科, 目的是使组织能够提高生产率、利润和效益。

美国工业工程师学会 (AIIE) 对 IE 所下的定义为: “IE 是设计、改进和设置由人员、材料和设备构成的综合系统的科学。它运用数学、自然科学和社会科学等方面的专门知识和技能, 结合工程分析与设计的原理、方法来规定、预测并评价这些系统所产生的结果。”

1972 年美国标准化委员会制定的“工业工程”名词术语, 将工业工程的学科范围规定为 12 个方面, 包括生物力学, 人体测量学, 实用心理学、工程经济、市场和销售、设施规划、信息处理、物流设计、应用数学、生产计划与控制等。

日本 IE 协会的定义: “IE 是将人、物料和设备视为一体的, 对发挥功能的管理系统进行设计、改革和设置的学科。为了对这一系统的成果进行确定、预测和评价。在利用数学、自然科学、人文科学中特定知识的同时, 采用工程技术的分析综合原理和方法。”

英国 IE 视察团的定义: “IE 是将基础科学、工业知识和一些方法, 在工业企业与其它领域中应用的技术。为了提高生产率、为了研究某项政策对其它政策的经济有效性, 要对工具的准备建立适当的程序。为达到上述目的, 必须经常将成果和成本结合起来考虑。因此 IE 是经营技术部门的活动, 应注意处理下列有关问题: 决定产品, 设计产品, 标准化, 成

本分析,生产方式,生产管理,选择机械,设备配置,运输管理,工具设计,设备管理,动作与时间研究,奖励工资,合理化建议及人际关系。”

综上所述,我们认为IE较合理的定义应该是:“IE是综合运用工业专门知识和系统工程的原则与方法,把人、物料、设备、技术与信息组成更富生产力的系统的科学技术。它将从事系统的规划、设计、评价和革新活动,同时为科学管理提供决策依据。”

由此定义表明:

1. IE是一门把技术与管理有机结合的、旨在提高生产效率的工程技术。
2. IE所研究的对象是由人、原材料、设备构成的生产、经营管理系统。
3. IE所采用的研究方法是数学、自然科学、社会科学中的特定知识和工程技术中的分析、设计方法。
4. IE的任务是研究如何将人、物料、设备、能源、信息等要素设计和建立一个集成的系统,并不断改善,从而实现更有效的运行。

5. IE的目标是通过对系统的分析、设计改进、评价,以提高生产率、降低成本、改善生产环境、提高质量、保证交货、获得更大利润等多方面综合效益。

从IE的发展和实践来看,它具有以下一些基本特征:

1. IE将技术与管理有机结合,以系统的整体优化化为前提和目的,寻求系统各因素的合理配置,协调运行,充分发挥各自的效能,达到提高生产率、降低成本、实现最佳经济效益。

2. IE强调从技术角度研究和解决生产组织中的问题,用知识和技术来管理企业,而不仅是用“权力”来管理。

3. IE是一门交叉性很强的学科,它善于兼收并蓄,不断扩展所涉及的领域,为本学科服务的目标所用,它特别强调综合性和整体性。

4. IE注意人的因素,它在进行系统设计实施、评价以及创新活动中将特别重视和研究人在系统中的价值、作用以及人和系统的相互作用和相互关系。这与其它工程学科不考虑人的因素相比是一个重要特点。

5. IE是一门将现代科学技术成果转化为现实生产力的技术。人类在生产过程中同时使用两种工程技术,一种是专业工程技术(如机械工程、电子工程、化学工程等),它们是研究与开发生产中使用的原料、设备、工艺的技术。但这种技术要转化为生产力必须依靠另一种工程技术——IE,它是在现有的科技生产水平下,将生产技术及物质条件进行最佳组合,使生产系统能以最低的成本、最高的效率生产出产品的技术。多年来我们在引进、研制、开发第一种工程技术上花费了许多人力、物力、财力,但往往未能达到预期的效果,其关键在于没有适当地开发应用IE技术。

§ 1—2 IE的起源与发展

工业工程的形成和发展并非偶然,它是大工业发展的必然趋势,是在长期社会生产实践中,总结、归纳、提炼出来的理论和方法。反过来通过这些理论和方法在实践中的广泛应用并获得显著效益,从而使其自身又不断地得到丰富、充实和发展。IE是人类为控制和

优化大规模工业活动所作的成功的探索，是各先进国家完成工业现代化的必由之路。本节将讨论 IE 的起源和发展，由此也证明上述的论断。

1-2-1 IE 的起源

人类将自然科学知识、原理应用于工农业生产中的某一领域，使物质、能量、信息转变为另一种对人类有用的新的物质、能量和信息的过程称为“工程”。那些分析、设计及实现转化的技术方法及其实践经验的总和称为“工程学”。工程学可分为两类：专业工程技术和工业工程技术（IE），前者的重点是运用专门的学科知识设计、开发专门的产品或运用专门的知识设计开发实现这一产品转换的方法（如机械制造工程、土木工程、化学工程等）；而 IE 的重点是综合运用数学、自然科学、人文科学及系统科学等专门知识和方法，对由人员、资金、原材料、能量、信息、设备等构成的系统进行规划、设计、评价和创新，以使系统更为有效更富生产力。这一点在 § 1-1 已提及，这里再强调一下，是为了比较二者的发展关系。

IE 起源于美国，有人把 IE 的开端归功于 19 世纪末的泰勒（F·W·Taylor），称泰勒为“IE 之父”。这是因为正是他在机械制造工程的基础上开始了 IE 的实践活动。当时工人进行零件加工的操作方法全凭个人的经验和个人技艺。因此与当时的机器设计能力相比，工人的劳动生产率非常低。泰勒受亨利·汤（Henry Towne）的“工程师也应该关心经济”的思想影响，在机械制造领域发展了这样一个概念——方法设计、时间测定、生产计划安排等都是工程师的职责。他努力实践这个概念，使他负责的部门生产率发生了巨大的变化。从 1881 年开始，他进行了 25 年的金属切削实验，总结出了金属切削进刀量公式，并于 1907 年在《美国机械工程师会刊》上发表了会刊有史以来最长的文章。结束了金属切削刀具的几何尺寸、进刀量、切削量、切削速度、劳动定额等均由经验决定的历史。他还在伯利恒（Bethlehem）钢铁厂对装卸作业工具“铲”进行了实验研究。实验结果发现，人在装配作业时，铲重物的标准负荷约 9.752kg，在该负荷下作业效率最高。因此他根据作业内容不同，设计了各种不同尺寸的铲子，以保证各作业负荷下均符合标准负荷量，以充分发挥人的最大效率。泰勒的另一项典型研究是搬运生铁实验。他仔细观察研究了工人搬运动作、工作的强度。通过实验，建立了一套标准化动作系列，去除了一些不必要的无用功，规定了最佳的作业强度、作息时间并仔细挑选训练工人，从而使搬运生铁的生产率奇迹般地提高了几倍。

上述泰勒的三项早期研究，其重要意义不在于这三项研究提高了生产率这一事实，而在于他开创了一项称为“IE”的实践活动。对人、物料、设备构成的综合系统及作业要求进行了科学的工程分析和实验；设计合理的操作方法、工具及设备；然后训练工人按照规定的程序方法进行操作。这就是 IE 的起源，在此基础上经过许多人，多年的努力终于发展成为一门新兴的学科——工业工程。

1-2-2 IE 的发展

IE 的发展历史，大致可以分为四个阶段。

第一阶段：摇篮期。从产业革命到 19 世纪末是 IE 的孕育阶段。这一时期怀特雷（E·

Whitney) 提出“互换性方式”，规定各零件的公差，使零件具备了可以互换的性质。这种方式奠定了专业化、机械化、简单化和标准化的基础，使大批量生产方式成为可能。

第二阶段：奠基期。从 19 世纪末到第一次世界大战期间。这一期间，泰勒和吉尔布雷斯 (Frank B. Gilbreth) 分别开创了时间研究和动作研究的技术，奠定了 IE 的基础。由泰勒倡导的“科学管理”运动，为提高劳动和生产设施的效率提出了一些科学方法和原理，以取代纯经验的方法。他的《科学管理原理》一书广泛涉及到制造工艺过程、劳动组织、专业化分工、标准化、工作方法、作业测量、工资激励制度以及生产计划与控制等问题，其科学性和系统性引起了更多人的兴趣，为 IE 的发展铺平了道路。

吉尔布雷斯夫妇 (Frank B. and Lillian M. Gilbreth) 毕生从事于动作研究，并且设定十七种动作基本因素，命名为动素，这就给工作改进和预定动作时间标准奠定了良好的基础。

莫根森 (Mogenson) 首先提出工作简化 (Work Simplification) 理论，主张直接向工人讲授工作分析的基本知识，以便改进工作方法。由于他的努力宣传，推广，使美国工业企业的生产率大大提高。

美国汽车大王亨利·福特 (H. Ford) 也是工业工程的先驱者之一，福特在福特汽车公司建立的生产线同步化系统，为现代工业化大生产树立了楷模。

此外，这一时期，亨利·甘特 (H. Gantt) 创造了“计划控制图”，为生产计划管理作出了很大贡献。艾马逊 (H. Emerson) 的“奖金计划”和“提高工作效率十二原则”也对提高生产率起到了显著作用。

第三阶段：成熟期。从 20 世纪 20 年代到第二次世界大战。这一时期的特征是注重运用心理学、社会学方法研究人的行为，同时引进了数学、统计学等量化方法，对系统作经济性研究和分析。

1924 年～1932 年美国梅约 (G. F. Mayo) 教授通过在西方电气公司霍桑工厂所做的工作环境实验证明，“照明和工作效率有正比关系”的假设是不能成立的，而发现士气和效率则有着密切的关系，从而使人们认识到企业里实施人事管理，注重人的因素的重要性。

1924 年休哈特 (W. A. Shewhart) 首创控制图，开始在工业生产上用统计方法解决质量控制问题。1931 年休哈特博士出版了建立在抽样理论基础上的《制造工业产品的质量的经济控制》一书，提出了在生产过程的关键工序抽样检查以控制质量的方法，从而奠定了现代统计质量控制的基础。他的一些思想和方法已逐步扩大到质量管理以外的其它领域，控制图已在库存计划和控制、市场分析和控制以及财务、会计等领域中得到应用，从此统计学已成为 IE 研究的一项有力武器。

第二次世界大战期间，工作研究、工作简化、质量管理、人事管理、工厂布置、生产计划与控制及物料管理等成为工业企业中 IE 业务的主要内容。随着生产力的发展，机械化程度的提高，费希 (J. Fish) 首创“工程经济”，以研究机器设备的投资及生产方法的选择的经济性问题。

另外二次大战期间，运筹学由于战争的需要得到了广泛应用和发展，专家们运用运筹学为战役决策者提供了可行的方案，对战争的胜利起了不小作用。同时，由于企业生产经营决策也存在与战争相似的“优化”问题。这样运筹学中的线性规划、动态规划、对策论等便自然地被用于解决企业的管理决策问题，从而大大丰富了 IE 的思想和方法。

第四阶段：革新期。从第二次世界大战至今。1947年，米鲁兹（C. D. Mills）在通用电气公司创立“价值工程”（Value Engineering）技术。他总结了一套保证产品必要功能，又能最大限度地降低成本的科学方法。

二次大战以后，IE关于人的因素的研究有了新的发展，随着工业自动化的日趋进步，IE工程师们认识到必须把人和系统结合起来加以分析和研究。这样“人机工程（Human Engineering）或人因工程（Human Factor），又称工效学（Ergonomics），就应运而生。工作研究开始从“人机工程”的角度，更多地考虑机床的设计、工作台的设计与工作地的布置，研究作业环境如何更有利于发挥操作者的效能。

19世纪50年代，是工业工程从战前经验主义变为战后更讲求定量方法的最活跃的年代。IE的研究方法随着应用数学所取得的新成就以及电子计算机的诞生和发展而产生了巨大变化。定量化技术成为IE研究的主导和趋势。通过建立数学模型对工业系统进行分析、描述、设计和综合的做法已被普遍接受，特别是电子计算机的运用使得IE工程师们能在很短的时间内对大量的数据加以处理和加工。随时对贮存的数据进行检索、查询或维护，还可以利用计算机建立工业系统模型，进行系统模拟实验，以对比、分析、预测各种方案的可行性、经济性，从而做出最佳抉择。

有人将第一、二、三阶段称为传统IE；第二次世界大战以后，经过与运筹学的结合，并引进了系统工程、计算机技术等现代科学技术，从而发展起来的工业工程则被称为现代IE。

传统发展阶段已具备下列一些特征：

1. 在泰勒科学管理原理的基础上，正式出现了IE的概念、名词、学科研究机构，专业人员和学会。本世纪初，就有人主张将从事提高劳动工效的各种研究工作，包括零件标准化、劳动专业分工、时间研究、按劳计酬工资制度等，由懂得工程技术的专业人员去进行，并从管理职能中分离出来，像其它专业工程那样独立发展，并命名为“工业工程（IE）”。1911年美国普渡大学机械工程系首先开设了一门“IE”选修课，1918年美国宾州大学建立了一个独立的“工业工程”系，1920年美国成立了“工业工程师协会”。之后，更多的高等学府开设了IE课程，建立了IE专业，一些IE的研究机构也纷纷成立。

2. 统计学、概率论等数理方法进入IE领域，使泰勒时代继承下来的各种IE方法具有了定量分析的能力和较高的理论基础。

3. 重视与专业工程技术的结合。要求工业工程师必须一方面具有相关专业工程（如机械工程）的基础知识。另一方面还应懂得如何从技术设施的改进和发展来提高生产效率。此间，工厂布置、设施设计、工具设计、人机关系、物料搬运等IE的理论和方法得到了发展和应用。

上述三个特征表明传统IE已具有了许多不同于管理的概念和职能，它已成为一种在“技术”与“管理”之间起着桥梁作用的新型工程技术。

现代IE发展阶段表现出如下一些特征：

1. 计算机及管理信息系统成为支撑条件，生产系统普遍建立起完善的计算机信息网络，从而使系统的信息传递和处理更加迅速、准确、及时。这是现代化生产环境下提高生产率必不可少的手段和条件。

2. IE与运筹学以及IE与系统工程的结合，使传统IE的理论和方法得到很大的改进，将

IE 的研究和应用提高到一个新的水平。50 年代和 60 年代，注重工程应用的系统工程脱颖而出，立即受到广泛重视。系统工程十分重视系统哲学思维的培养和系统分析方法的训练，而且把理性较强的运筹学进行了工程实用化改造，而这正是 IE 所需要的一种“统帅”学科。这样一来，现代 IE 将系统工程的方法论、运筹学的数理分析及传统 IE 技术有机地融为一体，形成一个较完备的学科体系。使 IE 既可对小至一个劳动岗位加以分析，也可大至对整个生产线、整个企业以至整个工业系统进行分析和设计。

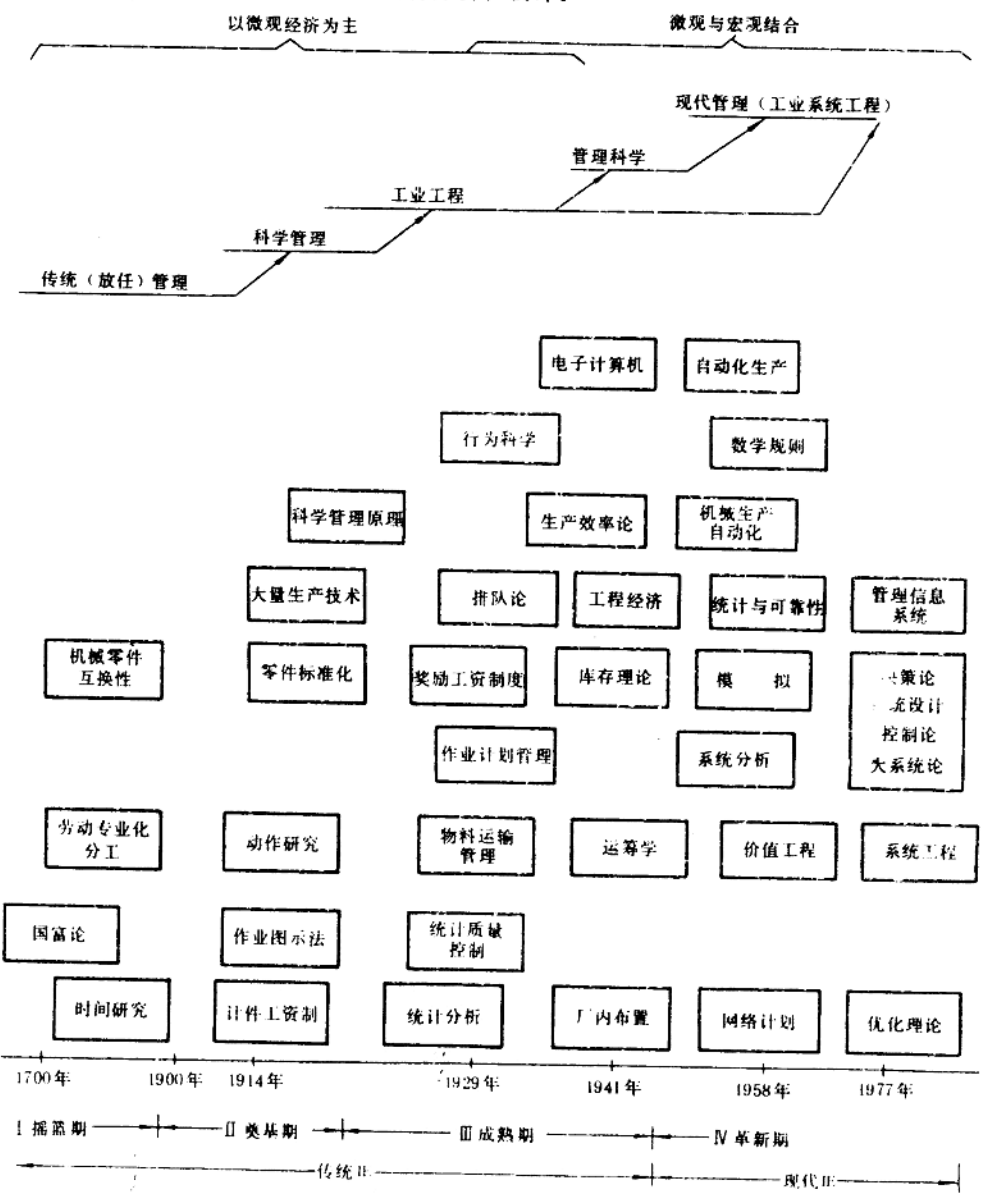


图 1-1 IE 的发展历程

3. 重点转向集成制造。随着计算机科学和自动化技术等高技术的迅速发展,传统的生产系统正经历着根本性变革,出现了单元制造、CAD/CAM、柔性制造系统以及计算机集成制造系统(CIMS)等。面对生产技术和组织结构的重大变化,IE研究的重点也相应转移,诸如制造资源计划系统(MRP I)、准时制(JIT)等新的IE技术先后出现。专家们永远不会满足于现状,他们还在不断探索新的理论、方法、研究现代生产要素之间的新规律,不断创造新的IE技术。

为了更明确直观地表示IE的发展历程,我们用图1-1来加以描述。该图指出了IE发展过程中发生的重大事件。图中相对于年代轴线的每一事件的位置仅用来表示它们发生的大约年代,而并不表示它的终止。

1-2-3 IE的学科体系

由传统的IE发展到现代IE,已逐步形成了一个较完整的学科体系。现代IE学科体系可以比拟为如图1-2所示的一条“连续光谱”。在这条光谱的中央部分,排列着“工业专门知识”,它既是IE解决实际工程问题所需要的专业基础知识,也表示IE所要研究和处理的工业工程问题。“光谱”的左端排列着SE+OR(即系统工程+运筹学)的基本理论和方法,是IE的理论基础;“光谱”的右端则排列着“传统IE”的方法,但有些已经过了OR和SE的融合与改造,是IE的“工艺学”。

本书作为入门,重点介绍“传统IE方法”,同时也涉及一些现代IE的知识。

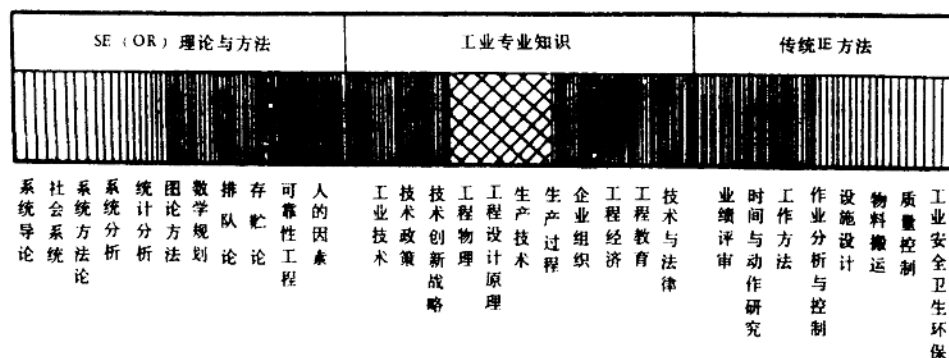


图 1-2 现代工业工程的学科体系 (IE “光谱”)

§ 1-3 IE 的基本职能和活动内容

本节从IE的定义出发讨论现代IE的基本职能及其活动的内容。正如IE的定义所述,IE的基本职能是通过一系列“规划、设计、评价和创新”的工程活动,把组织中的人力、物资装备、技术和信息组成一个更有效和更富有生产力的综合系统,并为管理提供科学的决策依据。

1-3-1 IE 的基本职能

(1) 规划——用于确定一个组织在未来一定时期内，从事生产和服务所应采取的特定行动的预备性活动，包括总体目标、政策、战略和战术的确定，也包括分期实施计划的制定。规划是协调“营利”与“资源利用”的一种重要手段。规划包含十分丰富的技术内容，规划的制定是一种“工程”。

(2) 设计——是为实现某一既定目标而创建具体实施系统的前期工程。IE 设计侧重于工程系统的总体设计，包括系统的概念设计和具体工程项目设计。IE 设计含有丰富的工程技术内容而特别能显示其工程本色，有别于“管理”职能。

(3) 评价——是对现存的各种系统、各种规划和计划方案，以及组织和个人的业绩作出是否符合既定目标或准则的评审与评定活动。评价包括各种评价指标和规程的设计、制定以及评价工作的实施。评价是高层管理者的重要决策依据，也是一个组织避免决策失误，实现组织目标的重要手段。

(4) 创新——是对现存各种系统的改进和提出崭新的富有创造性、建设性见解的活动。创新是任何系统的一个重要属性。如果没有创新，一个系统，不论其为一种产品、一台机器、一条生产线、一个企业还是一个部门都将随着时间而耗损、老化、无序、僵化、乃至失效衰亡。IE 的创新要求从系统的整体目标和效益出发，把各种相关的条件加以考虑，进行综合权衡后求得最优选择，来确定创新的目的和策略；创新的项目和内容。

图 1-3 列出了 IE 规划、设计、评价和创新基本职能的典型内容。应当说明，任何一位 IE 工程师都不可能包揽其中所列的全部职能。

1-3-2 IE 的活动内容

上述 IE 的基本职能是从广义上来谈的，从狭义上理解，IE 的研究内容主要指：工作研究、设施设计、原材料搬运、多机床管理等。本节将在此意义上来讨论企业中 IE 的几项较具体的活动内容。

1. 产品设计

当完成了产品的功能设计后，要进行旨在取得大量生产效益的生产设计。其具体任务是：研究产量、生产方式与成本的关系。通过零部件的标准化、通用化、扩大生产批量；研究产品结构，合理设计零件，努力使零部件易于加工、装配，在保证质量、可靠性的基础上不断降低成本，提高效益。

2. 新产品转入正式生产前的准备

在新产品设计完成后，其生产前的准备工作，随着产品多样化与开发新产品的迅速化而越来越重要。生产准备工作，大致包括：确定工艺方案与加工方法；核实成本；准备有关机械、设备与工夹具；设计生产平面布置及运输计划；制定人员需求与材料计划；进行旨在大量生产的试制。

3. 机械设备设计

工位器具、工夹量具、生产现场的设计。为了提高作业者的生产效率，工业工程师要根据人机工程的原理参照人体的各种参数，设计机械设备、工位器具，工夹量具和生产现

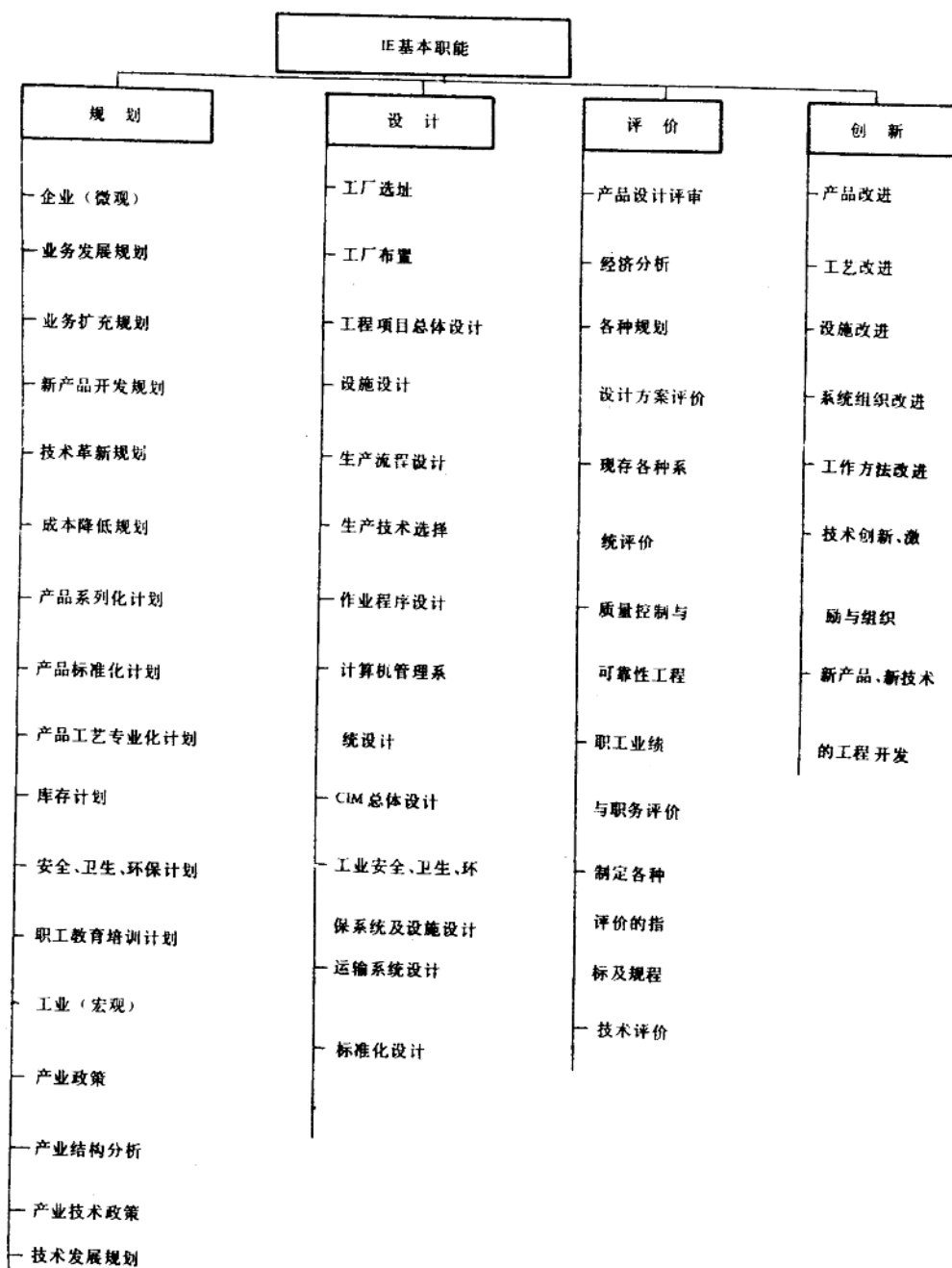


图 1-3 IE 基本职能

场的工作台、坐椅及其配置。使作业者能够在非常舒适、省力的姿势下安全有效地作业。

4. 工程经济评价和投资分析

投资更新设备、建设新车间、上新产品等，应该如何进行评价其合理性、经济性，也是 IE 的一个重要领域。工业工程将采用投资回收期法、现值法、内部收益法，以解决资金、时间价值的计算和比较，还可以为决策者提供投资的决策依据。

5. 设施规划与设计

设施规划与设计是根据某项计划（新建、改建、改造）应完成的功能（生产产品、提供服务），对其各类设施（场地、建筑场、公用工程与之配套的各类设施）以及人员投资进行系统的规划与设计。这里规划与设计包括厂址的选择、物流系统分析设计、工厂总平面布置、车间设备的平面布置和物料搬运方法研究。设施规划与设计既要适用于新建企业，也要适用于老厂技术改造。如重大设备的更换，企业局部改造，生产线的设计与改造，产品更新换代，新材料、新工艺的采用引起的物流变化，物流系统的改造等。

6. 工作研究

工作研究包括方法研究和时间研究。这虽然是 IE 的经典内容，但至今还被认为是其它 IE 活动的基础。方法研究的目的是要设计最好的作业方法；而时间研究主要目的则是制定标准的作业时间及各作业时间的标准。现代工作研究吸收了人机工程的理论和方法，更加丰富、完善了工作研究的理论体系。人机工程对劳动强度、疲劳的研究成果，对确定作业的疲劳宽放和环境宽放提供了方法和依据。所以工作研究是一种不需要投资或较少投资就能增加现有资源产出率的工程技术。

7. 生产和库存的计划控制

一个生产系统（比如制造业），从材料进厂开始，到下料、各种零件加工、装配、调试直到产品出厂等各种作业工序，材料、人员的计划，调度与控制以及与之相应的生产组织是保证整个生产系统有效运行的关键。生产和库存的计划与控制，就是分析研究生产和库存控制的理想方案，以最少的资金占用，最低的生产成本，保证生产的连续性、节奏性和均衡性；保证生产合理运转，从而达到高效率和高效益的统一。为适应现代市场的需求变化，生产系统的计划与控制将发展成为计算机辅助的计划与控制系统。它结合现代生产工程，推出成组制造系统、模块生产系统、柔性制造系统（FMS）。计算机集成制造（CIMS）。在运行管理上采用了 MRP 物料需求计划和资源需求计划（MRP I）的计划控制原理和准时生产制、看板管理（JIT）方法。在单一品种大型项目的生产控制中，广泛采用计划协调技术（PERT）等网络计划技术。

8. 质量保证

为保证产品或服务质量的调查、计划、组织、协调和控制等各项工作，统称质量保证。其中最主要的是根据对产品和生产过程的分析，达到规定的质量标准。利用科学方法（特别是概率、统计原理）对生产过程进行严格控制，以工作质量保证产品质量。

9. 生产现场的定置与管理

生产现场是生产产品的第一线，产品质量、生产效率、成本的消耗都发生在生产的现场。生产现场的设计、管理和改善对提高效率，提高质量，降低成本，有着根本的作用。同时，生产现场的工作涉及企业的许多科室和管理部门。如生产计划调度部门关心现场的生

产进度和在制品数量；工艺部门负责指导生产现场操作者的工艺规程，检查工艺纪律，负责设计提供适当的工艺器具；劳资部门负责制定生产现场的作业标准，劳动定额；质量部门负责监督产品质量，各作业地设备的精度（工序能力）。这些部门虽各负其责但必须协调得十分完好，才能使生产现场的工作井井有条，达到高效率运行的目的。谁负责来协调以及如何协调这些部门的工作呢？这就是 IE 工程师的职责范围了。IE 工程师通过生产现场的定置管理来达到此目标。推行定置管理决不是简单地画一张定置图，标上彩色线条就完事了。它必须首先进行物流系统分析，确定合理物料流动路线和设备布置，然后对作业者的作业进行工作研究和人机工程分析，确定合理作业的位置和布局，在对生产计划和产品质量进行分析研究的基础上，结合人机工程，设计合理的工位器具和作业规程，最后再将这些合理的定置标准化，并付诸实施。

10. 工作评价、考核与培训

IE 技术人员由于熟悉现场作业内容，经常进行作业观测，因此最适于进行工作分析与评价。例如，根据标准化的时间值与测得的实际时间值，可以考察作业人员的劳动生产效率并根据现场分析找出作业效率不高的原因。如是非作业者的原因，则通过改善管理，改善作业环境等措施加以改善；作业者的原因可以通过改进作业方法和操作标准化训练等方法加以改善。工作评价不仅仅适用于生产工人，而且还适用于一般业务的职员，因为这里同样存在着工作效率的问题。

§ 1—4 IE 的组织及 IE 人员的知识结构

1-4-1 IE 的组织结构

不同的 IE 发展时期，不同的国家和企业，IE 的组织形式是不一样的。在公司或企业内部，IE 部门究竟放在那里好，并没有固定的模式。在第二次世界大战之前，传统的 IE 工作内容在各种类型的企业中，开展的情况很不一致，有的比较齐全，有的只有 1~2 项。在第二次世界大战后，特别是 1960 年以来，IE 的职能和工作内容有了很大的变化和拓宽，把 IE 人员集中起来设置独立的 IE 部门的企业越来越多。1972 年，G. J. Wacker 等人对欧美 3657 家大、中型企业的调查表明，有 98% 的企业设置了独立的 IE 部门。但名称不一定都叫“工业工程部”，比如有的称为“生产率与系统服务部”、有的称为“制造咨询部”、“联合服务部”、“生产率咨询部”或“管理系统部”等等。以下介绍的是目前欧美国家较常见的一些组织结构形式。

图 1-4 是中、小型企业常采用的组织结构。IE 部门由业务经理直接领导，有些企业把质量控制也划归 IE 部门负责。IE 部设有主任，是业务经理的参谋机构和全企业的咨询机构，负责处理全企业有关 IE 的事务。IE 部门常向企业的其他业务部门派驻 IE 督导（IE Supervisors），对它们的有关 IE 事务进行技术指导，并监督、执行某些 IE 的日常工作。

除生产部门（工厂、车间）外，与 IE 部门业务最密切的其它部门还有企业的“工程开发部”，它负责新产品的研究和设计，这里不仅要依赖于 IE 部门提出的产品开发规划和计划，而且在许多方面要取得 IE 部门的技术协作和指导。

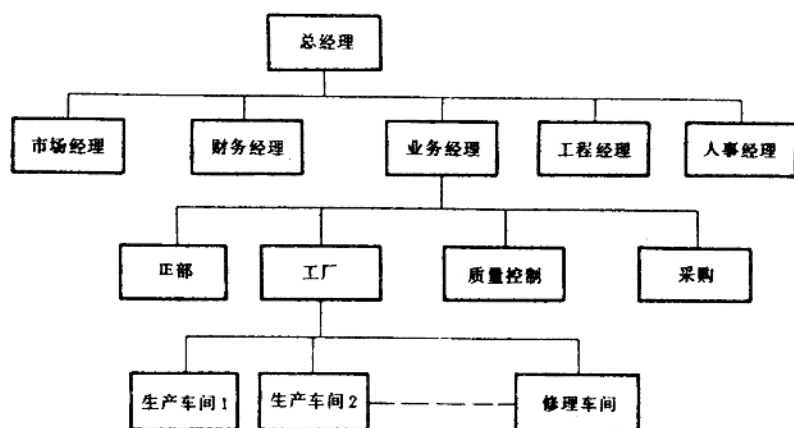


图 1-4 中、小企业常采用的组织结构

图 1-5 是大型企业常采用的组织结构。

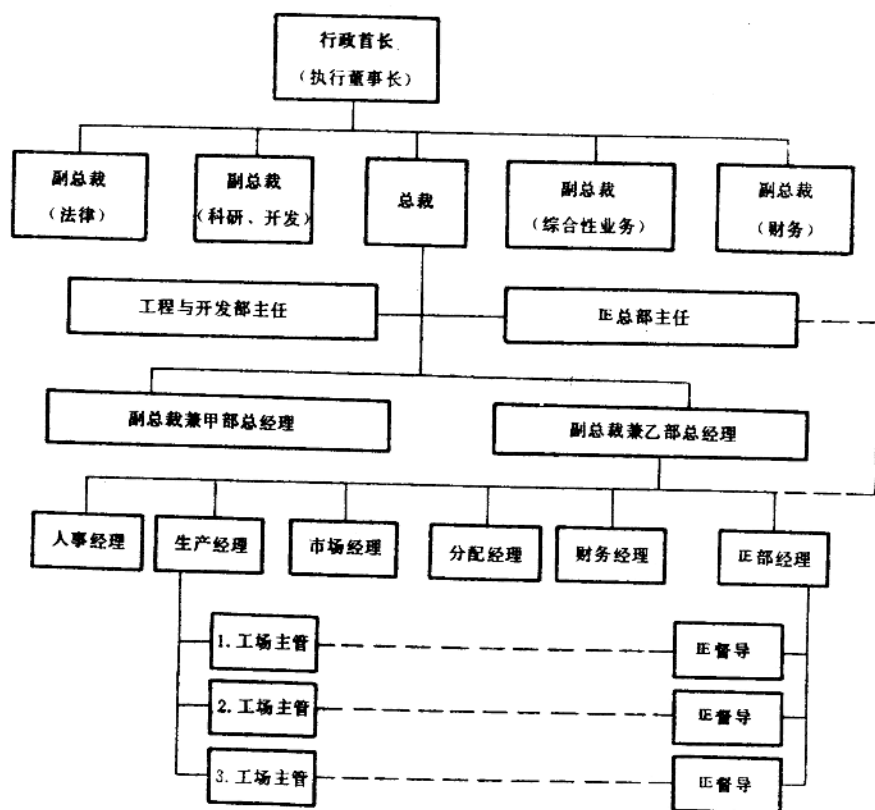


图 1-5 大型企业常用组织结构